



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09269812 A**(43) Date of publication of application: **14 . 10 . 97**

(51) Int. Cl

**G05B 19/42**  
**B25J 9/10**  
**G05D 1/02**

(21) Application number: **08076954**(22) Date of filing: **29 . 03 . 96**(71) Applicant: **MINOLTA CO LTD**

(72) Inventor: **NAKAMURA KYOKO**  
**KAWAKAMI YUICHI**  
**KANEFUJI YASUHISA**  
**KAWAGOE NOBUKAZU**

## (54) OPERATION INSTRUCTION COMPILING DEVICE

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To efficiently control a moving body by synthesizing procedures when continuous procedures in the stored operation instruction is the continuous procedures having mutual connection.

**SOLUTION:** When teaching data stored on a memory in optimized, the instruction of a #201 address is an advance instruction and it can be synthesized. Thus, synthesis is started. Since the instruction in a #202 address is a receding instruction, the distance of the instruction is subtracted from the distance of the advance instruction which is previously stored. The instruction of a #203 address is similarly subtracted. The distance is added in the instruction of a #204 address. Since the instruction of a #205 address is a rotation instruction, a straight advance system terminates here, and a synthesis result is stored in a #x address. The results which are sequentially scanned to the last of the stored instruction are stored in the memory. Thus, a precise and efficient operation can be obtained as a teaching result.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(A)

#201	前進	120
#202	後退	15
#203	後退	7
#204	前進	2
#205	回転	90
#206	前進	100

(B)

#x	前進	100
#x+1	回転	90
#x+2	前進	100

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-269812

(43)公開日 平成9年(1997)10月14日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 19/42			G 0 5 B 19/42	P
B 2 5 J 9/10			B 2 5 J 9/10	A
G 0 5 D 1/02			G 0 5 D 1/02	L
				H

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 23 頁)

(21)出願番号 特願平8-76954

(22)出願日 平成8年(1996)3月29日

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 中村 恭子

大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国

際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 川上 雄一

大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国

際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 弁理士 深見 久郎 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 動作命令編集装置

(57)【要約】

【課題】 実際にロボットを動作させながらロボットに移動命令を教示させていく場合において、効率のよいデータの記憶を行なう。

【解決手段】 図(A)に示されるように、ロボットの前進命令や後退命令や回転命令を操作者が入力した場合において、同一系統の動作である前進動作や後退動作の距離が加減算され、図(B)に示されるように、1つの命令に統合される。これにより記憶されるデータを少なくすることができ、かつロボットの効率のよい制御を行なうことが可能となる。

(B) . . . . .

100	90	100
進	回	進
前	転	前

# x      # x+1      # x+2

(A) . . . . .

120	15	7	2	90	100
進	後	後	進	回	進
前	退	退	前	転	前

# 201      # 202      # 203      # 204      # 205      # 206

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動体が連続した動作を行なうための、一連の手順からなる動作命令を記憶する記憶手段と、前記記憶された動作命令の中の少なくとも2つの連続した手順が、相互に関連のある手順であるか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段の判定結果に基づいて、相互に関連のある連続した手順を統合する統合手段とを備えた、動作命令編集装置。

【請求項2】 前記判定手段は、前記連続した手順の各々が前記移動体を同一方向または逆方向に移動させる手順であるか否かを判定するものである、請求項1に記載の動作命令編集装置。

【請求項3】 前記連続した手順の少なくとも1つの手順は、前記移動体のジグザグ走行に関する手順である、請求項1に記載の動作命令編集装置。

【請求項4】 前記移動体は対象物に対して作業を行なうための作業部を有し、前記動作命令は、前記作業部に対する動作命令である、請求項1に記載の動作命令編集装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は動作命令編集装置に関し、特に移動体が連続した動作を行なうための一連の手順からなる動作命令を効率的に編集することのできる動作命令編集装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

## (1) 第1の従来の技術

特開平6-214645号公報において、移動ロボットの制御方法とその装置が開示されている。この公報には作業をロボットに教える学習モードが開示されている。学習モードにおいては、ユーザは前進、後退または回転などの動作をコントローラの操作によって入力することが可能である。

## 【0003】 (2) 第2の従来の技術

従来より決められた領域をくまなく走行して作業する自走式作業車には、操作者が動作を簡単に指定できるように、作業を行なう領域の縦の長さや横の長さを設定すると、自動的にその折り返し移動距離（Uターンのピッチ長）を計算して走行するジグザグ走行命令が用意されていた。ここにジグザグ走行命令とは、指定された領域内を所定の間隔をおいて往復運動することにより、指定された領域内をくまなく走行するための命令である。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

## (1) 第1の従来の技術の課題

第1の従来の技術での学習モードにおいて、操作者がロボットに対して動作を指示するときに、動作の指示がロボットの走行のスピードに間に合わなかったりして、各

動作の指示が遅れ、所望の位置で通り過ぎたり、逆に停止した位置が所望の停止位置より短くなってしまうことがあった。そのため操作者は、前進、後退などの正逆の動作を使って、停止位置にロボットが正確に位置するように調整を行なう必要がある。また学習中にロボットの前方を人が横切ったりした場合には、ロボットが緊急停止する場合があるが、このような場合には操作者はもう一度命令を送信して所望の位置までロボットを進める必要がある。

10 【0005】 その結果、本来は1つの動作コマンドを学習結果として記憶することが目的であったにもかかわらず、学習モード中に上述のような調整を行なうことにより、その動作のすべてがそのまま記憶され、データの再生時においても調整動作が再生されてしまった。

【0006】 このように動作のすべてが記憶されることは、データの再生時における時間やバッテリーの浪費につながり、また記憶容量を無駄に使うことにつながっていた。

20 【0007】 (2) 第2の従来の技術の課題  
第2の従来の技術において、作業を行なう領域が1つの矩形領域だけではなく、複数の矩形領域が組合さった領域である場合には、操作者はそれぞれの領域のジグザグ走行をつなぐために、前進命令や回転命令などを用いることにより、第1のジグザグ走行命令の終了位置から後に実行する第2のジグザグ走行の開始位置まで自走式作業車を動かす必要があった。

30 【0008】 その移動の際に第1のジグザグ走行命令で作業を行なった部分を重ねて走行することがある。この場合せっかく作業を行なった部分を台無しにしたり、作業に使用する溶剤などを二重に塗布することにつながっていた。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 この発明は、上述の課題を解決するためになされたもので、その目的は移動体の効率のよい制御を行なうことである。

【0010】 この発明の他の目的は、動作命令を効率よく編集することができる動作命令編集装置を提供することである。

40 【0011】 この発明のさらに他の目的は、移動体のジグザグ走行を効率的に行なうことである。

【0012】 上記目的を達成するために、請求項1に記載の動作命令編集装置は、移動体が連続した動作を行なうための一連の手順からなる動作命令を記憶する記憶手段と、記憶された動作命令の中の少なくとも2つの連続した手順が、相互に関連のある手順であるか否かを判定する判定手段と、判定手段の判定結果に基づいて、相互に関係のある連続した手順を統合する統合手段とを備える。

50 【0013】 請求項1に記載の発明によると、記憶された動作命令の中の少なくとも2つの連続した手順が、相

互に関連のある手順であるか否かが判定され、その判定結果に基づいて相互に関連のある連続した手順が統合される。

【0014】これにより、動作命令を構成する一連の手順が移動体の動作に関し効率のよいものとなり、移動体の効率のよい制御を行なうことが可能となる。

【0015】請求項2に記載の発明によると、請求項1の装置の判定手段は、連続した手順の各々が移動体を同一方向または逆方向に移動させる手順であるか否かを判定するものである。

【0016】請求項2に記載の発明によると、連続した手順の各々が移動体を同一方向または逆方向に移動させる手順であるか否かが判定される。

【0017】これにより、同一方向または逆方向に移動させる動作が統合されるため、移動命令を適切に編集することが可能となる。

【0018】請求項3に記載の発明によると、請求項1に記載の連続した手順の少なくとも1つの手順は、移動体のジグザグ走行に関する手順である。

【0019】請求項3に記載の発明によると、少なくとも1つが移動体のジグザグ走行に関する手順である連続した手順が相互に関連のある手順であるか否かが判定され、その判定結果に基づいて相互に関連のある連続した手順が統合される。

【0020】これによりジグザグ走行を効率的に行なうことのできる動作命令を編集することが可能となる。

【0021】請求項4に記載の発明によると、請求項1に記載の移動体は対象物に対して作業を行なうための作業部を有し、動作命令は作業部に対する動作命令である。

【0022】請求項4に記載の発明によると、作業部に対する動作命令が相互に関連のある手順であるか否かが判定され、その判定結果に基づいて相互に関連のある連続した手順が統合されるため、作業部に対する動作命令を適切に編集することが可能となる。

【0023】

【発明の実施の形態】次にこの発明の好ましい実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。図中同一符号は同一または相当部分を示す。

【0024】（第1の実施の形態）図1は本発明の第1の実施の形態における自走式清掃ロボット1とそのコントローラ2の外観を示す斜視図である。

【0025】図を参照して、清掃ロボット1は壁などとの接触を検知するための接触センサ7と、壁などとの間の距離を測定し、壁などに倣った走行を実現するための倣いセンサ8a～8dと、不織布を回転させることにより、床面に対して清掃作業を行なう清掃作業部31と、ユーザに対し操作ガイダンスやエラーメッセージなどを表示する表示部18と、作業を開始させるための作業開始ボタン90とを備えている。また、メモリカード13

を清掃ロボット1に挿入することにより、記憶された命令を清掃ロボット1は実行することが可能である。

【0026】清掃ロボット1は、駆動輪を備える走行部と、車体部とから構成される。走行部と車体部とは相対的に回動自在に構成される。清掃作業部31は車体部に取付られている。

【0027】図2はコントローラ2の平面図である。図を参照して、コントローラ2は清掃ロボット1を遠隔操作したり、走行や作業を教示するために用いられる。コントローラの入力部として、動作シフトボタン群40と、方向指定のための十字カーソルボタン35と、モードを切替えるためのモード切替ボタン36と、清掃ロボットの動作の開始を指示するための開始ボタン37と、動作の停止を指示するための停止ボタン38と、動作を一旦停止させるための一旦停止ボタン39と、設定の取消を行なう取消ボタン52と、入力されたデータの設定を行なうための設定ボタン53と、電源スイッチ46とが配設されている。動作シフトボタン群40は、車体部の向きは変えずに走行部の向きのみを左右に回転させる走行部回転ボタン41、車体部と走行部とを同時に回転させる車体部回転ボタン42、清掃作業部31を車体部に対して左右に移動させるための清掃作業部スライドボタン43、Uターン動作を指定するUターンボタン44、ジグザグ走行を指定するためのジグザグボタン45を含む。これらのボタンを組合せて使用することで、清掃ロボットの遠隔操作、作業の教示、編集などの操作が行なわれる。

【0028】またコントローラ2は液晶表示装置により構成される表示部49を有している。表示部49にはジグザグ走行の設定メニューなどが表示される。ユーザは表示部49を見ながら、十字カーソルボタン35や設定ボタン53などを用いることにより、データを入力することが可能である。

【0029】従来のコントローラでは、右回転、左回転などの具体的な動作をそれぞれ対応した1つのボタンに結びつける方法がとられていた。そのため、ロボットの動作が複雑になるに従って、コントローラのボタン数が増えて、コントローラが大きくなったり、操作者が必要なボタンを探すことが困難になるという課題を有していた。しかし、本実施の形態におけるコントローラでは、動作シフトボタン群と十字カーソルボタンとをコントローラの左右に振り分けているために、コントローラを両手で支えた状態で、操作者は左手側の動作シフトボタン群で作業内容を選択し、右手側の十字カーソルボタンで動作方法を選択するという使用方法が可能となった。

【0030】このようなコントローラのボタンの配置を採用することによって、ロボットの複雑な動作を、感覚的に容易な理解が可能な操縦方法で指示することが可能となった。またコントローラのボタン数を減らすことが可能となり、これによりコントローラのコストダウンを

図るとともに、さらに使用者にとっては作業させる対象のロボットを注視した状態でコマンドを入力することが可能となった。

【0031】またコントローラは入力部（各種ボタン）から指定された命令を本体へ送信したり、本体の内部状況や周辺状況を本体から受信するための通信部を搭載している。本体からコントローラへの通信方法としては、赤外線や電波、有線などが考えられるが、本体とコントローラの置かれる環境によって最も適した方法を選択することが可能である。本実施の形態においては、電磁波

の発生により他の装置の誤動作を招くことがないように赤外線通信を採用することとした。

【0032】コントローラの表示部49は液晶ディスプレイから構成される。表示部49は入力ガイダンスや、本体側に送信したコマンド、本体がコマンドを実行した結果、各種のエラーメッセージなどユーザに必要な情報を表示することが可能である。また、コントローラは通信部以外にも外部インタフェースを有し、パーソナルコンピュータやプリンタなどの外部機器と直接的または間接的に接続可能な構成となっている。入力部、通信部および表示部はコントローラ制御部に接続され、これによって制御されている。さらに、コントローラはコントローラ制御部内蔵メモリまたは外部メモリを有しており、コントローラから送信された命令や本体側から返信された動作命令群を記憶することができる。

【0033】自動走行などで使用する走行および作業データは、教示モードで作成したデータを用いてもよいし、または本実施の形態では記載しないが、パーソナルコンピュータなどの編集装置を使用して、実際の走行をせずに表示画面上で前進、後退、回転などの動作を入力したり、また作業する範囲の情報を入力し、それをもとに編集装置上で直進距離やUターンのピッチ、作業部の移動などを自動生成することにより得た走行および作業データを用いることとしてもよい。

【0034】図3は図1の清掃ロボット本体1の構成を示す平面図である。図を参照して、清掃ロボットは走行部と車体部と清掃作業部とを備えている。走行部には、ロボットの駆動を行なうための駆動輪3a、3bと、駆動輪に接続され、ロボットの移動距離を検出するための距離検出計（エンコーダ）79a、79bと、ロボットのバランスをとるための従動輪4a、4bとを備えている。

【0035】車体部は前述の接触センサ7と、微いセンサ8a～8dと、ロボットの前方および左右の障害物までの距離を検出する測距センサ6a～6cとを含む。

【0036】清掃作業部31は、車体部に接続される。清掃作業部31は、その各々が回転することにより洗剤の塗布などを行なうためのロータ9a～9dを含んでいる。

【0037】図4および5は走行部の具体的な構成を示

す平面図である。図を参照して、走行部30は、2つの駆動輪3a、3bと、駆動輪を駆動するための駆動輪駆動モータ60a、60bを備えている。図示しないエンコーダ79は駆動輪の回転数を読み取り、清掃ロボットが走行した距離を計測する。走行部には2つの従動輪4a、4bが設けられている。従動輪は清掃ロボットの重量を駆動輪とともに担っている。図示されるように、2つの従動輪4a、4bは、中心線X-X'の垂線Y-Y'の延長線上に中心線から対称に配置される。従動輪の少なくとも一方には図示されないサスペンション機構が設けられている。サスペンション機構には凹凸があるような床面の走行時においても、駆動輪が必ず床面に設置し、駆動輪のスリップや空転を防ぎ、安定した走行とエンコーダの検出誤差を少なくするという効果を有している。

【0038】直進走行時においては、2つの駆動用モータは同方向に回転する。これにより図4の矢印“A”方向にロボットは移動することが可能である。

【0039】また回転動作を行なう際には、2つの駆動用モータはそれぞれ逆方向に回転される。これにより、図5の矢印“B”で示される方向にロボット本体は回転することが可能である。なお、回転動作時には、図5に示されるように従動輪4a、4bは回転動作に適合するように、垂線Y-Y'に直交する方向に向きが変わる。

【0040】さらに駆動輪の駆動の比率を制御することで、カーブ走行を行なうことができる。

【0041】図6は走行部と車体部とを相対的に回転させる車体部回転機構の構成を示す図である。

【0042】図示されるように、走行部フレーム66はベアリング内輪保持具67でベアリング内輪61に固定されている。また、ベアリング外輪62には、車体部回転駆動歯車63がベアリング外輪保持具64により固定されている。さらにベアリング外輪保持具64には、車体部フレーム65が固定されている。

【0043】さらに、走行部フレーム66には車体部回転用モータ68が装着されている。モータ68はギアを介して、車体部回転駆動歯車63を駆動する。さらに、車体部回転駆動歯車63には、ギアを介して、図示しないポテンシオメータが取り付けられており、走行部に対する車体部の回転角度を正確に検出することが可能である。

【0044】このような構成により、走行部に対して車体部は独立して回転可能な構成をとっている。

【0045】本実施の形態においては、車体回転用モータとしてステッピングモータが採用されている。しかしながらステッピングモータに代えてサーボモータを採用してもよい。

【0046】この車体回転機構により、車体部を走行部のY-Y'軸に対して、約-90°～+90°まで回転することができる。

【0047】さらに、走行部の回転中心近くにはジャイロセンサが装着され、走行部の回転角度を検出したり、直進走行の制御を行なうために使用される。走行部の駆動輪駆動用モータや車体回転駆動用モータ、ジャイロセンサなどは車体部にある図示しない電源部と走行部CPUにより制御される。駆動用モータや車体回転駆動用モータ、ジャイロセンサおよび走行部CPUの電源供給線や制御線は、走行部と車体部とをつなぐリング型の車体回転用ベアリングの中心部を通すことにより、走行部と車体部の回転による配線の大きなねじれや引きつりが生じることが防止されている。

【0048】車体部の外部ケースは走行部を覆うような形になっている。車体部外部ケースには、清掃ロボットが壁際を走行するために使用する壁センサが取付けられており、その壁センサはまた障害物や壁があることを認識するためのセンサとしても用いられる。

【0049】車体部には、側面や前後面に作業部周辺の空間や物体の存在や物体までの距離、壁の有無、床面の変化など、作業ロボットの周辺環境を認識するための赤外線測距センサ4と接触センサ7が取付けられている。

【0050】なお本実施の形態においては、赤外線センサを使用した、環境を認識することができるものならセンサとして採用することができる。たとえば超音波センサ、テレビカメラなどを用いることが可能である。また、本体カバー全体はバンパーセンサになっており、清掃ロボットが障害物や壁に接触したことが検知できるようになっている。

【0051】図7は清掃作業部の構成を示す平面図である。清掃作業部は清掃作業を行なうための部分である。洗浄液が洗浄液タンク85から、導出されたチューブ72を通じて、滴下口71a~71dにより床面に滴下される。モータにより駆動されるロータ9a~9dが回転することにより洗浄液の塗り伸ばしと、床面の圧擦が行なわれ、これにより清掃が行なわれる。洗浄液の滴下は一定量を安定供給するためにポンプ22が用いられている。

【0052】清掃作業部にはロータ9a~9dが複数備えられている。そのうち少なくとも1つに配置したロータ回転センサ74の検出結果を用いて、ポンプ22の動作のタイミングがとられる。これによりロータに直接洗浄液が当たることがないように、洗浄液の滴下を行なうことが可能である。

【0053】さらに、滴下口近くに液検出センサ73が設けられており、洗浄液の導出状況を検知できるようになっている。

【0054】図8は液検出センサ73の動作原理を説明するための図である。液検出センサは、発光ダイオードなどにより構成される投光部75と、フォトダイオードなどにより構成される受光部76と屈折率の高い透明樹脂ブロック77とを備える。チューブ72は透明で、そ

の屈折率は透明樹脂ブロック77の屈折率とほぼ等しく、チューブ72と透明樹脂ブロック77とは密接している。投光部75より出射された光が受光部76で検出されることにより、洗浄液がチューブ内にあるか否かが検出される。

【0055】図8(A)に示されるように、洗浄液がチューブ72内に存在していなければ、投光部75より出射された光はチューブ72の内壁面で全反射される。これに対し、図8(B)を参照して、チューブ72内に洗浄液が満たされている場合には、洗浄液の屈折率がチューブ72の屈折率に近い値のため、投光部75より出射された光は、チューブ72を透過する。これにより洗浄液がチューブ内にあるか否かの検出が行なわれる。

【0056】このようにして構成されたセンサは小型であるため、ロータや滴下口の邪魔をすることなく配置することが可能である。

【0057】液検出のためのセンサとしては、他に音波を用いるセンサ、光を透過させその光量を検出するセンサなどを用いることが可能である。

【0058】なお清掃作業部全体は車体部に対して清掃部移動モータにより左右に移動可能である。

【0059】図9は図1に示される清掃ロボット1の回路構成を示すブロック図である。図を参照して、清掃ロボット1は大きくはロボットの走行制御を行なう走行制御部32と、清掃作業の制御を行なう清掃作業制御部33とから構成される。

【0060】走行制御部32は、走行部の処理を司る走行部CPU27と、左右各々の駆動輪3a、3bの駆動制御を行なう駆動制御部14a、14bと、車体部と走行部とを相対的に回転させるための回転制御部69と、走行制御手順等を記憶する走行制御部メモリ28とから構成される。

【0061】走行制御部32には、左右の駆動輪の回転量から清掃ロボットの走行距離を検出する距離検出計

(エンコーダ)79a、79bと、清掃ロボットの周辺の環境を認識するための測距センサ6と、走行部と車体部とを相対的に回転させるための回転モータ68とが接続されている。

【0062】清掃作業制御部33は、清掃作業部の処理を司る作業部CPU12と、表示部18での表示の制御を行なう表示制御部19と、本体の作業の開始、停止や電源の投入などを行なうための入力部16での入力制御を行なう入力制御部17と、メモ리카ード13の読取を行なうメモ리카ード読取部77と、コントローラとの間で通信を行なう通信部11と、洗剤を滴下するためのポンプ22を制御するポンプ制御部23と、ロータ9を制御するロータ制御部15と、清掃作業部を移動させるためのモータ25を駆動する清掃部移動制御部26と、電源回路21とを備える。

【0063】また、清掃作業制御部33には、洗剤の滴

10

20

30

40

50

下を検出する液検出センサ73と、接触センサ7と、ジャイロセンサ78と、傾いセンサ8と、バッテリー20とが接続されている。

【0064】作業部CPU12と走行部CPU27とは相互に接続されている。なお走行作業部メモリ28は送信された命令や、外部環境をも記憶する。このようなメモリは作業部CPUに内蔵のものを使用したり、メモリカードのような着脱可能なものを使用してもよい。

【0065】図10はコントローラ2の回路構成を示すブロック図である。図を参照して、コントローラは、コントローラの制御を行なうコントローラ制御部CPU51と、表示部49の制御を行なう表示制御部81と、前述のボタンなどにより構成される入力部80の制御を行なう入力制御部47と、清掃ロボット1との間で通信を行なうための通信部48と、通信部の制御を行なう通信制御部82と、バッテリー83と、外部インタフェース50とを備える。

【0066】外部インタフェース50を介して、コントローラ2はパーソナルコンピュータやプリンタなどの外部機器と接続可能である。

【0067】次に清掃ロボットの制御方法について説明する。清掃作業ロボットは、コントローラとともに使用してコントローラより清掃ロボットを遠隔操作したり、作業の教示や編集を行なう使い方2と、コントローラは用いずに清掃作業ロボット単体で使用して、清掃作業ロボットに挿入されている外部のメモリカードに入力されている作業を再生する使い方1とを併有する。

【0068】普段の清掃作業では、普通コントローラ2は必要ではなく、使い方1でロボットは使用される。

【0069】使い方1では操作者がロボットを清掃したい場所に動かし、その作業場所の清掃について記憶しているメモリカードをセットし、ロボット本体にある作業開始ボタンを操作者が押すと、清掃作業ロボットはメモリカードに記憶されている、教示モードや編集装置で作成された動作命令を順次再生する。これにより以前教示された内容と全く同じ作業を実行する。メモリカードに記録された作業命令を動作し終えた後は、ロボットは自動的に停止する。

【0070】カードには、後述の作業の教示の際に作業内容とともに洗剤液の滴下量（塗布厚）も記憶されている。再生の際には、カードに記憶された滴下量で洗浄液の滴下を行ないながら作業が行なわれる。

【0071】乾拭きが記憶されている場合を除いては、カードの内容を再生する際に、作業開始前に液検出センサで滴下口まで洗浄液が押出されていることが確認される。その後一定期間自動的に洗浄液が排出される。このときロータが回転することで、作業前にロータの清掃パッドに不足している洗浄液を予めしみこませておく。

【0072】従来の作業ロボットでは予め洗浄液をパッドにしみこませないまま走行が開始されていた。そのた

めに走行開始時点での洗浄液の塗布が薄くなったり、かすれたりしていた。本実施の形態では、作業を行なう前に一定量だけ清掃パッドに洗浄液をしみこませておくことで、作業開始時から終了時までの洗浄液の塗布が均等に行なえるようになっている。

【0073】なお、本実施の形態では液検出センサを用いて滴下の確認を行なっているが、ポンプを起動してから一定期間をおいてから作業を開始することでも同様の効果が得られる。しかしながら、このような方法はポンプが動作していても液が滴下口まで本当に来ているかどうかを確認していないので、確実な方法ではない。

【0074】このような通常のカード再生方法とは別に、教示の際にカードに記憶された塗布厚を用いずに、強制的に乾拭きで作業を実行する作業方法（強制乾拭きモード）も用意されている。

【0075】操作者が清掃ロボットのスタートボタン90を押しながら、液排出ボタンを押すと、清掃ロボットはカードに記憶されている塗布厚にかかわらず、洗浄液を滴下することなしに、記憶してある経路を走行する。

【0076】この強制乾拭きモードでは、清掃パッドとして乾拭き用のワイピングクロスを使用すれば、清掃効果が向上する。従来技術においては、この強制乾拭きモードがなかったために、同一の作業内容で洗浄液を用いる場合と乾拭きの場合とがあれば、2枚のカードを用意する必要があった。しかし、このように強制乾拭きモードを用意することで、カードには洗浄液を用いて清掃を行なう際の塗布厚を記憶しておけば、乾拭きを実行する際にもそのカードを使用することができる。これによりカードを1枚作成するだけで乾拭きと洗浄液を用いた清掃との両方を行なうことができる。

【0077】清掃ロボットの使い方2には（1）操縦モード、（2）教示モード、（3）編集モードの3種類のモードが設けられている。以下各々のモードでの動作について説明する。

【0078】（1） 操縦モード

図11は操縦モードにおける処理を示すフローチャートである。

【0079】図を参照して、ステップ#102で、操作者がコントローラを用いて動作の内容を入力する。これにより清掃ロボットは遠隔操作される。ユーザは主としてコントローラの右側に位置する十字カーソルボタン35とコントローラ左側に位置する動作シフトボタン群40の組合せで、ロボットに対して動作の指示を行なう。操縦モードでの清掃作業ロボットの洗浄液の塗布厚は、コントローラに含まれる液量ダイヤルで設定される。

【0080】ステップ#103において、コントローラは通信部48を用いて命令を清掃ロボットに対して送出する。

【0081】ステップ#104においてロボットはコマンドを受信する。ステップ#105でロボットはそのコ

10

20

30

40

50

マンドを解析し、ステップ#106で解析されたコマンドを実行する。

【0082】ステップ#102からの動作は操縦モードが終了するまで繰返し行なわれる。たとえば前進や後退を行なわせるときには、操作者は動作シフトボタン群を使用することなく、十字カーソルボタンでロボットの進行方向を入力する。ボタンが押されたときに、清掃ロボットは走行を開始する。

【0083】このとき清掃ロボットはコントローラからの動作の指示を受取ると、現在自分が置かれている環境をセンサにより判断し、最も適切な前進方法や後退方法をいくつかの動作方法の中から選択して実行する。

【0084】たとえばコントローラから前進の命令が出力されたときの動作について、図12のフローチャートを参照して説明する。

【0085】ステップ#401で前進命令が入力されたのであれば、ステップ#402で、左右のいずれかの倣いセンサが壁に接触しているか否かが判定される。ステップ#402でYESであれば、ステップ406において倣い走行が実行される。

【0086】ステップ#402でNOである場合は、ステップ#403で左右の壁までの距離を測距センサ6により測距できるか否かが判定される。ステップ#403でYESであれば、ステップ#405で測距センサによる測距を行ないながら前進する測距前進が実行される。なお測距前進においては、左右両側の壁が測距できる場合には、左右両側の壁までの距離を測距しながら前進を行なう。片方の壁しか測距できない場合には、片方の壁のみを測距しながら前進が行なわれる。

【0087】ステップ#403でNOであれば、センサ類を使用しないで、エンコーダ79により車輪の回転数が左右で一定となるように走行を行なう通常前進が実行される。

【0088】すなわち前進または後退動作時には、その直進性を保つために4つの方法が用意されている(図13~図17)。

【0089】壁に接触した倣いセンサが離れないように走行を行なう方法(図13、図14)と、車体の両側の壁までの距離の比率を一定に保つように走行する方法

(図15)と、片側の壁までの距離を一定に保つように走行する方法(図16)と、車輪の回転数を左右同数になるように走行する方法(図17)とである。

【0090】図12に示されるフローチャートでの処理により、まず倣いセンサ8が接触している場合には、図13、14の壁際を走行する倣い走行が選択される。倣いセンサ8の接触がなく、赤外線測距センサ6で左右両側ともに壁までの距離が測定できる場合には、図15のように前進中も定期的に壁までの距離を測定し、左右の壁までの距離の比率を一定に保つように走行が行なわれる。

【0091】片側の壁が測距できる場合には、図16のように測距結果が一定になるように制御する方法が選択され、赤外線測距センサで距離が測定できない場合には、図17のセンサ類を使用しないで車輪の回転数が一定になるような走行が実行される。

【0092】したがって、倣い走行、両側測距走行、片側測距走行、車輪の回転数を検出する走行の順で、走行方法は選択される。この選択の順序は、直進性の高い走行方法、つまり最も信頼性の高い走行方法を選ぶためのものである。

【0093】選択は清掃ロボット側で行なわれ、操作者は前進/後退だけを指示するだけでよいので、簡単に動作を指示することができる。

【0094】なおセンサを使用しない走行中には、十字カーソルボタンの左側方向または右側方向を押すことにより、左または右カーブが開始される。

【0095】カーブは左右のモータの回転数や回転方向を変化させることにより実行される。左方向や右方向のボタンが離されることによりカーブ動作が終了し、直進走行動作が続けて行なわれる。

【0096】各走行において、前進または後進動作を停止するには、十字カーソルボタンの中央に位置する中央ボタンを押すことにより動作が停止される。

【0097】(2) 教示モード

教示モードにおいては、操縦モードと同様に、ユーザはコントローラを用いて清掃ロボットを遠隔操作する。これにより清掃作業や走行経路の実走が行なわれ、その命令と結果とがメモリに記憶される。

【0098】教示モードにおいて、操作者は前進、後退、右カーブ、左カーブ、左回転、右回転、左Uターン、右Uターン、左横移動、右横移動、清掃作業部の左移動、清掃作業部の右移動、右ジグザグ走行および左ジグザグ走行の命令を入力することが可能である。

【0099】また、それらの命令以外にも、ロボットを指定期間だけ停止させるための一旦停止コマンドが用意されている。一旦停止コマンドの入力の際には、図19に示される画面が表示部49に表示される。一旦停止コマンドにより、停止する時間を秒単位で指定することが可能である。たとえば狭い道から広い道へロボットが出ていくときに、広い道へ出る少し前に、清掃ロボットを一旦停止させることにより、周囲にいる人に注意を喚起することができる。

【0100】なお一旦停止コマンドの停止時間として、“0”を指定すると、実際に停止は行なわれない。

“0”を指定したときには、後述する命令の前後での合成を禁止することができる。

【0101】命令と結果とを記憶するメモリは作業ロボット本体側にあり、メモリカードをメモリとして用いてもよいし、内蔵メモリを用いてもよい。

【0102】メモリに記憶された命令群は、清掃ロボッ



ト本体から、またはコントローラからの開始命令で再生することができる。記憶された動作は開始命令により何度でも同じように確実に繰返すことができる。

【0103】操作者は教示開始時には、実際の清掃と同じコースを走行させるために、清掃ロボット本体を作業の開始位置に誘導する。この誘導はコントローラの遠隔操作によってもよいが、運搬して設置してもよい。教示時には、実際の清掃と同様に洗浄液を滴下し、ロータを回転させてもよいが、教示の際には作業は行なうことなしに、走行経路を走行させたり、作業動作を仮に実行させるだけでもよい。

【0104】図18は教示モードにおける処理を示すフローチャートである。操作者は操縦モードで実行すると同じようにコントローラを操作してロボットを走行させる（図18のステップ#202）。

【0105】コントローラから送信された命令は清掃ロボット本体により受信される。清掃ロボット本体では現在の周囲の状況を測定し、コントローラが要求している動作を実行するために適当な動作を選択し実行する。その際に実行された結果である動作命令群は、コントローラ側に結果として返信され、コントローラ上のメモリに記憶される（ステップ#203）。

【0106】教示を終了する（ステップ#204でYES）と、コントローラ上のメモリには、教示の結果である動作命令群が記憶されている。教示終了後に、コントローラは教示命令の最適化を行なう（ステップ#205）。最適化については後述する。

【0107】教示命令の最適化を終了した後、コントローラからロボット本体側に作成された命令を再度送信し（ステップ#206）、本体側メモリはこれを記憶する（ステップ#207）。

【0108】使い方1の再生時にはこの記憶された命令群が再生される。これにより所望の作業を間違いなく何度でも実行できる。

【0109】なお教示の際の洗浄液の塗布厚は操縦モードと同様にコントローラの液量ダイヤルで設定される。

【0110】なおこのメモリカードの再生時において、たとえば前進動作を再生実行する際、記憶されている命令が「壁倣い走行」であるのに、再生前の障害物や壁の状況で該当する箇所のセンサに何の接触もないときには、再生エラーとして警告がリモコンに表示され、警告音が発せられる。これにより操作者はメモリカードが作業を行なう領域に対応したものでないことを知ることができる。

【0111】次に教示の最適化（図18のステップ#205）の内容について説明する。たとえば操作者がロボットを目視しながら適当な距離だけ進めるように教示する場合には、まず前進コマンドを送信し、ロボットを前進させる。操作者はロボットが所望の位置で停止するようにストップコマンドを送信する。しかし、停止操作が

遅れたり、または早すぎたりしてロボットが目標位置を行き過ぎてしまったり、目標位置に到達する前に停止してしまう場合がある。このようなときには、操作者は細かく前進コマンドや後退コマンドを送り、微調整を行なう必要がある。たとえば図20を参照して、本来は作業の開始位置から目標位置まで清掃ロボットの前進を行なう1つのコマンドを教示させたいところが、結果として図21に示されるように目標位置に到達しないうちに停止してしまったり、図22に示されるように目標位置を超えてしまう場合があるのである。このような教示内容を記憶して、そのまま再生をすると開始位置から目標位置までを走行することはできるが、教示のときに行なった微調整まで再生されてしまう。

【0112】このような問題を解決するため、本実施の形態における清掃ロボットは最適化により連続した直進系のコマンドを合成し、1つの直進系コマンドに変換する。これにより本当に教示したいコマンドを記憶させることが可能である。

【0113】前述の説明どおり、教示モードにおいて操作者が出力した命令によりロボットが行なった動作は、一旦コントローラ上のメモリに記憶される（図18のステップ#203）。操作者が教示終了ボタンを押すことにより、コントローラは合成を開始する。

【0114】メモリに記録された動作命令の最初からスキャンが行なわれ、連続する直進系の命令が発見されると、その走行距離を前進の場合は加算、後退の場合には減算してさらにスキャンが続けられる。直進系の命令の連続が終了した場合には、以上の合成を終了し、走行距離の和が走行距離と一致する1つの命令に統合される。教示結果として記憶されるのは、この統合された距離を走行する命令である。もちろん合成の結果、走行距離が負になった場合には、前進命令が後退命令に置換される。

【0115】図27および28は教示された命令の合成処理を示すフローチャートである。図を参照して、ステップ#502で、メモリに記憶されている動作命令の1つを指すメモリポインタが記憶の開始位置に設定される。

【0116】ステップ#503で、メモリポインタの示している位置に記憶された命令が読出される。

【0117】ステップ#504でその命令が最適化できる命令であるか否かが判定される。

【0118】ステップ#504でYESであれば、ステップ#505で走行距離が記憶される。

【0119】ステップ#506で読出された命令が一旦記憶される。ステップ#507でメモリポインタが1進められる。

【0120】ステップ#508で、メモリポインタの示す位置に記憶されている命令がステップ#506で一旦記憶された命令と同系列の命令であるか否かが判定され

る。ステップ#508でYESであれば、ステップ#515で命令の向きが同じであるか否かが判定される。

【0121】ステップ#505でYESであれば、ステップ#517で走行距離は加算され、ステップ#515でNOであれば、ステップ#516で走行距離は減算される。

【0122】ステップ#516または#517での処理の後、ステップ#507からの処理が繰返し行なわれる。

【0123】ステップ#508でNOであれば、ステップ#509で、記憶中のパラメータ（走行距離）は正の値か否かが判定される。

【0124】ステップ#509でNOであれば、ステップ#510で一旦記憶された命令の進行方向を逆転命令にし、距離を絶対値に変換する。

【0125】ステップ#511でパラメータが動作限界を超えているか否かが判定され、YESであればステップ#512で命令は限界値を超えないように2つ以上の命令に分割される。

【0126】ステップ#513で命令がパラメータとともに教示データとしてメモリに記憶される。

【0127】ステップ#514でメモリポインタの示している位置がメモリの最後であるか否かが判定され、YESであれば教示データの最適化を終了する。

【0128】ステップ#514でNOであれば、ステップ#518でメモリポインタは1インクリメントされ、ステップ#503からの処理が繰返し行なわれる。

【0129】なおステップ#504でNOであれば、ステップ#513からの処理を行なう。

【0130】またステップ#509でYESであれば、ステップ#511からの処理が行なわれる。

【0131】ステップ#511でNOであれば、ステップ#513からの処理が行なわれる。

【0132】なお前述のように直進系の命令の間に停止時間を“0”とした一旦停止コマンドを挿入することで、合成の禁止を簡単に設定することができる。これはロボットが清掃などの作業で、前進、後退を繰返ししながら同じ場所で念入りに作業を実施するような箇所でも有効に用いることが可能である。なお前後進などの直進系の命令だけではなく、本体の回転動作でも直進の際の合成と同じように命令が連続した場合には、その回転角度を加減算して1つの命令にすることができる。たとえば図23を参照して開始位置から目標位置まで清掃ロボットを回転操作したい場合に、目標位置を過ぎてしまったり（図24）、目標位置の手前で回転が終了してしまったり（図25）する場合がある。このような場合に直進の際の合成と同じように同一系統の命令が連続した場合にも、その回転角度を加減算して、1つの回転命令に合成をすることができる。つまり前述の直進系の命令と同様に、回転方向によって回転角度の加減算が行なわれ、結

果を1つの命令に置換えるのである。

【0133】回転命令などでは、清掃ロボットが一度に回転できる角度が限定されることが多い。合成によって生成された角度が清掃ロボットの実行できる限界の角度を超えてしまった場合には、清掃ロボットが回転できる角度の命令に分割して複数の命令に置換えて命令は記憶される。

【0134】たとえば、清掃ロボットが一度に90度までしか回転しかできない場合に、合成の結果が100度になったとすると、この場合は90度の回転命令と、10度の回転命令とに分割して記憶するのである。

【0135】上記の命令以外でも、たとえば本実施の形態における清掃ロボットは清掃作業部が左右に移動可能であるが、このような正逆の向きを有する動作命令については、同様に命令を合成し動作を簡略することが可能となる。すなわち、図26（A）に示される清掃作業部の右方向の移動や、図26（B）に示される左方向の移動を合成し、図26（C）に示されるような1つの命令に合成するのである。

【0136】なお、本実施の形態では、命令の合成は、清掃ロボットが実行した結果を記憶しているコントローラのメモリ上をメモリポインタでスキャンすることで行なっている。本実施の形態ではコントローラ側で合成を行なったが、教示終了後教示データをロボット本体側で合成してもよい。

【0137】次に教示結果の合成の具体例について説明する。図29（A）のようにメモリ上に#201番地から#206番地までの命令が記憶されている場合を想定する。教示データの最適化が行なわれた場合には、先頭番地からスキャンが開始される。#201番地までスキャンが行なわれたところで、#201番地の命令は前進命令であり、合成可能な命令であるので、合成が開始される。次にスキャンが進められた#202番地での命令は後退命令で、合成可能な命令であるが向きは逆であるので、先に記憶された距離（120）からこの命令の距離が減算される。#203番地の命令も同様に後退命令であるので、距離は減算される。#204番地の命令は前進命令であるので、距離は加算される。#205番地の命令は回転命令であり、直進系の命令はここで終了するので、合成結果は#x番地に記憶され、直進系命令の合成が終了する。

【0138】#205番地の回転命令は合成可能な命令ではあるが、#206番地には直進系の命令が続くので合成を行なうことはできない。

【0139】このようにして記憶されている命令の最後まで順にスキャンされた結果、図29（B）に示される内容がメモリには記憶される。図を参照して、#x番地には、図29（A）の#201番地から#204番地までの内容を加減算した結果が記録されている。

【0140】また、図30（A）を参照して、#202

番地、#205番地に“0”秒の停止命令が記入されている場合には、その前後の命令の合成は行なわれない。

【0141】これにより、合成後のデータは、図30(B)に示されるように、同系列の命令が連続する場合にもそれらの命令が統合されないこととなる。

#### 【0142】(3) 編集モード

図31は編集モードにおける処理の流れを示すフローチャートである。

【0143】図を参照して、ステップ#302においてロボットのメモリ内に記憶されている動作が再生される。再生は1つの命令ごとに行なわれ、ステップ#303において、図32に示されるように、再生される内容が表示部に表示され、以降の記憶された内容を削除するか実行するかがユーザにより選択される。削除が選択されたとき(ステップ#303でYES)は、ステップ#304で新しい教示を追加するか否かがユーザにより入力される。

【0144】ステップ#304でYESであれば、ステップ#305で図18に示される教示モードと同様の処理が行なわれ、新しい教示内容が追加される。

【0145】ステップ#306で元の動作内容と新しく追加された内容とが連結される。ステップ#307において、連結された内容はロボットに送信され、ステップ#308においてメモリに記憶される。

【0146】なおステップ#303でNOであれば、ステップ#302からの処理が行なわれ、ステップ#304でNOであれば、ステップ#307からの処理が行なわれる。

【0147】次に編集モードにおける具体的な操作内容について説明する。編集モードは、既に教示モードで作成した動作内容をコントローラを用いて削除、変更または追加するためのモードである。教示の方法と同様に、ロボットを動作させながら編集は行なわれる。

【0148】まず、操作者は編集するカードをロボットに挿入し、ロボットを動作開始位置に誘導する。誘導は教示と同様に、コントローラの遠隔操作によってもよいが、運搬して設置してもよい。またこのとき実際の清掃と同様にロータを回転させ作業をさせてもよいが、教示の場合と同様に作業は行なうことなしに仮に走行経路を走行させたり、作業動作を仮に実行させるだけでもよい。

【0149】編集モードに入ると、本体のメモリカードよりコントローラへデータの読込が行なわれる。読込まれたデータは順次実行され、変更したい箇所までロボットの作業は進められる。

【0150】図32に示されるコントローラのメニュー画面のように編集モードでは、次に実行する命令が表示され、さらに実行するか、これ以降の命令群を削除するかのを何れかを選択できるようになっている。ユーザは十字カーソルボタンの左右キーで選択して、設定ボタンを

設定することにより選択を行なうことができる。実行を選択した場合には、作業が行なわれ、次の動作について同様の確認画面が表示される。

【0151】削除を選択実行すると、メモリカードに記憶されているこれ以降の命令群は削除され、新たな作業を追加することができる。

【0152】変更したい箇所までロボットの作業を進めた後、新たな作業を追加する場合は、前述の教示の方法と同様にロボットを実際に遠隔操作することにより、動作命令群が作成される。編集の場合も教示の場合と同様に、命令群は一旦コントローラのメモリに記憶され、そこで削除されなかった以前の命令群と新しく追加された命令群を合せて、命令の合成が可能なものについて合成が行なわれる。その後、ロボット側に合成の行なわれた命令が送信され、ロボット本体のメモリもしくは外部のメモリカードに記憶し直される。

【0153】このように本実施の形態においては、前進、後退、回転などの動作を実際に実行してロボットに教示、編集する場合に、左右回転、前後進などの正逆の向きを有する動作命令について、同一系統での動作命令が複数連続する場合に、それぞれの命令を統合しその命令を合成することができる。これにより、正確で効率のよい動作を教示結果として取得することが可能である。また、必要に応じて合成の禁止を行なうことも可能である。

【0154】(第2の実施の形態) 本発明の第2の実施の形態における清掃ロボットとコントローラの構成は第1の実施の形態と同様であるので、ここでの説明を繰返さない。

【0155】本実施の形態における清掃ロボットは教示終了後の最適化において、前命令の走行経路と次命令の走行経路のうち、重複した部分が解消するように命令を統合することを特徴としている。

【0156】図33および34は本実施の形態における清掃ロボットが行なう命令の最適化処理を示すフローチャートである。

【0157】図を参照して、ステップ#602において命令のスキャンが行なわれ、その命令がジグザグ走行の終了に関する命令であるか否かが判定される。

【0158】ステップ#602でYESであれば、ステップ#603で次の命令が180度方向転換する命令であるか否かが判定される。

【0159】ステップ#603でYESであれば、ステップ#604で次の命令が前進命令であるか否かが判定される。

【0160】ステップ#604でYESであれば、ステップ#605で、前進命令の前進の距離はジグザグ走行の縦方向の長さと同じであるか否かが判定される。

【0161】ステップ#605でYESであれば、ステップ#606でジグザグ終了位置の変更が行なわれ、ジ

10

20

30

40

50

グザグ走行のUターンのピッチの再計算が行なわれる。

【0162】ステップ#604でNOであれば、ステップ#607で次にくる命令がジグザグ命令であるか否かが判定される。

【0163】ステップ#607でYESであれば、ステップ#608で最初のジグザグ命令の開始位置と次のジグザグ命令の終了位置との間で、ジグザグ走行を行なうUターンのピッチが再計算され、ここでの処理を終了する。

【0164】ステップ#603または#607でNOであれば、ここでの処理を終了する。ステップ#605でNOであれば、ステップ#609で前進の距離の方が長いかが判定される。

【0165】ステップ#609でYESであれば、ステップ#610でジグザグ走行の最終レーンのUターン位置がジグザグ命令の終了位置とされ、ジグザグ走行におけるUターンのピッチが再計算される。次にステップ#611で、前進の開始位置はジグザグ走行の終了位置に変更され、前進の残りの距離を走行する命令が記憶され、ここでの処理を終了する。またステップ#609でNOであれば、ここでの処理は終了する。

【0166】ステップ#602でNOであれば、ステップ#613で、読出された命令が前進の終了命令であるか否かが判定される。

【0167】ステップ#613でYESであれば、ステップ#614で、次に来る命令が180度方向転換の命令であるか否かが判定される。

【0168】ステップ#614でYESであれば、ステップ#615で次の命令がジグザグ走行に関する命令であるか否かが判定される。

【0169】ステップ#615でYESであれば、ステップ#616で前進の距離はジグザグ走行の縦方向の長さと同じであるか否かが判定され、YESであれば前進命令が削除されステップ#617でジグザグ走行の開始位置が前進開始位置に変更され、ジグザグ走行のUターンのピッチが再計算され、ここでの処理を終了する。

【0170】ステップ#616でNOであれば、ステップ#618で前進距離の方が長いかが判定され、YESであればステップ#619で前進命令の終了位置がジグザグ走行の最初のレーンでのUターン位置に変更される。次にステップ#620でジグザグ走行開始位置が、ステップ#619で変更した後の前進命令の終了位置に変更され、ジグザグ走行のピッチが再計算される。

【0171】なおステップ#613、#614、#615または#618でNOであれば、ここでの処理を終了する。

【0172】以上のフローチャートで説明した処理の具体的な動作例を図を用いて説明する。図35を参照して作業をする領域の縦の長さ $l$ と横の長さ $d$ とをユーザが入力することにより、その範囲内をくまなく走行するた

めのジグザグ走行のUターンのピッチ $P$ が算出される。このときジグザグ走行と直進走行とが以下のように組合せられている場合には、同じ箇所を走行することがないように、命令の合成が行なわれ、必要である場合には、Uターンのピッチ $P$ の再計算が行なわれる。

【0173】たとえば図36に示されるジグザグ走行命令の後に、180°方向転換をし、図37に示されるようにジグザグ走行の最後の前進走行の向きと反対方向で、ジグザグ走行の前進距離と等距離走行する前進命令が記憶されている場合、図38に示されるようにジグザグ走行命令の終了位置が図36とは反対側に変更され、ピッチが再計算されそれが教示結果として記憶される。

【0174】すなわち図36に示される8往復のジグザグ走行と、180°方向転換と、図37に示される前進走行とが組合せられた結果、図38に示されるように7往復半のジグザグ走行がメモリに記憶されるのである。

【0175】次に図39を参照して、前進走行命令の後、180°方向転換をし、図40に示されるその前進走行の向きと反対方向に向かって始まり、かつ前進距離と等距離の前進走行を行なうジグザグ走行命令が続く場合には、前進命令が削除され前進走行の終了位置がジグザグ走行命令の開始位置に変更された後、ピッチが再計算され、教示結果として記憶される。これにより、図39に示される前進動作と、図40に示される8往復のジグザグ走行とが合成され、図41に示される7往復半のジグザグ走行がメモリには記憶されることとなる。

【0176】次に図42を参照して、ジグザグ走行命令が行なわれた後に、180°方向転換をし、そのジグザグ走行の最後の前進走行の向きと反対方向であって、ジグザグ走行の前進距離よりも長い前進命令がある場合には、ジグザグ走行命令の終了位置は図42のジグザグ走行の最終Uターン終了位置として設定された後、ピッチ $P$ が再計算される。その後、ジグザグ走行の終了位置が開始位置であり、(変更前の前進距離) - (ジグザグ走行の縦の長さ)の距離を前進する前進命令が記憶される。

【0177】これにより、図42に示されるジグザグ走行と直進走行とが連続する命令は、図43に示されるジグザグ走行の終了位置から前進を行なう命令に置換えられる。さらに、ジグザグ走行の結果は前述のように動作命令群として返されるので、ジグザグ走行の最終レーンでの前進と、終了位置からの前進は合成される。

【0178】図44を参照して、前進走行命令の後、180°方向転換し、前進走行命令の向きと反対方向に向かって始まり、かつ前進距離よりも短い前進走行を行なうジグザグ走行命令が続く場合、前進走行の終了位置は変更前のジグザグ走行命令の第1レーンのUターンの開始位置に設定される。そして前進走行の距離は(前進距離) - (ジグザグ走行の縦の長さ)とされる。さらに、ジグザグ走行の開始位置は前進走行の終了位置に設定さ

れ、ピッチが再計算され、教示結果として記憶される。

【0179】これにより、図44に示される前進命令とUターンを行なった後のジグザグ走行命令は、図45に示される前進命令とその前進命令が終了した位置からのジグザグ走行命令とに置換えられる。さらに、ジグザグ走行の結果は前述のように動作命令群として返されるので、前進とジグザグ走行の開始レーンでの前進が合成される。

【0180】また図46を参照して、ユーザが第1のジグザグ走行命令を設定した後に、180°方向転換するかまたはUターンをして180°向きを変え、さらに移動した後、図47に示されるようにさらに第2のジグザグ走行を行なう部分を追加する場合には、ジグザグ走行の開始位置が第1のジグザグ走行命令の開始位置であり、終了位置は第2のジグザグ走行命令の終了位置であるジグザグ走行のピッチが再計算される。

【0181】これにより、図47に示される2つのジグザグ走行命令からなる命令は、図48に示される1つのジグザグ走行命令に統合される。

【0182】以上のように経路の重複などを解消することにより、作業時間の軽減や塗布する溶剤の節約、また領域全体での作業結果の均一化を図ることができる。なお本実施の形態において、清掃ロボットを移動体の一例として挙げたが、移動する物体であればどのようなものにも本発明を実施することは可能である。

【0183】なお、動作命令を編集する装置は、移動体の中に設けてもよいし、コントローラの中に設けてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における清掃ロボットとコントローラの外観を示す斜視図である。

【図2】図1のコントローラの平面図である。

【図3】図1の清掃ロボットの構成を示す平面図である。

【図4】直進走行における走行部の動作を説明するための図である。

【図5】回転動作時における走行部の動作を説明するための図である。

【図6】走行部と車体部とを回転させる機構について説明するための図である。

【図7】清掃作業部の構成を示す平面図である。

【図8】図7の液検出センサ73の動作原理を説明するための図である。

【図9】清掃ロボットの回路構成を示すブロック図である。

【図10】コントローラの回路構成を示すブロック図である。

【図11】操縦モードにおける処理を示すフローチャートである。

【図12】操縦モードにおいて前進命令が出力された場

合の処理を示すフローチャートである。

【図13】左倣い走行を示す図である。

【図14】右倣い走行を示す図である。

【図15】左右の壁を測距することにより前進する方法を示した図である。

【図16】右側の壁との間の距離を測距することにより直進を行なう動作を説明するための図である。

【図17】左右の駆動輪の回転数を検出することにより直進を行なう動作を説明するための図である。

10 【図18】教示モードにおける動作を説明するための図である。

【図19】教示モードにおいて停止時間を設定するための表示部の表示を示す図である。

【図20】開始位置から目標位置までロボットを進行させる動作を説明するための図である。

【図21】清掃ロボットが目標位置に到達しなかった状態を示す図である。

【図22】清掃ロボットが目標位置を通り過ぎてしまった状態を説明するための図である。

20 【図23】開始位置から目標位置まで清掃ロボットを回転運動させる動作を説明するための図である。

【図24】清掃ロボットが目標位置を通り過ぎて回転してしまった状態を示す図である。

【図25】清掃ロボットが目標位置まで回転しなかった状態を示す図である。

【図26】清掃作業部の移動について説明するための図である。

【図27】教示データの合成処理を示すフローチャートである。

30 【図28】図27に続くフローチャートである。

【図29】第1の実施の形態における作業データの合成処理の結果を示す図である。

【図30】停止時間“0”の命令が含まれている場合の合成処理について説明するための図である。

【図31】編集モードにおける処理を説明するためのフローチャートである。

【図32】編集モードにおける表示部の表示内容を示す図である。

40 【図33】第2の実施の形態における命令の最適化の処理を示すフローチャートである。

【図34】図33のフローチャートに続くフローチャートである。

【図35】ジグザグ走行の基本を説明するための図である。

【図36】8往復のジグザグ走行を説明するための図である。

【図37】図36に示される処理の後に行なわれる前進処理を示す図である。

50 【図38】図36と図37の作業命令が合成された結果を示す図である。

【図39】前進命令を説明するための図である。

【図40】図39に示される前進命令の後に続く8往復のジグザグ走行命令を示す図である。

【図41】図39と図40に示される命令が構成された結果を示す図である。

【図42】ジグザグ走行の後に、逆方向に進進する命令が入力されている状態を説明するための図である。

【図43】図42の状態において、命令の最適化が行なわれた後の命令について説明するための図である。

【図44】前進命令と、その前進命令に続くジグザグ走行命令が入力されている状態を説明するための図である。

【図45】図44の状態において命令の最適化が行なわれた後の状態を示す図である。

\*

\* 【図46】ジグザグ走行命令を説明するための図である。

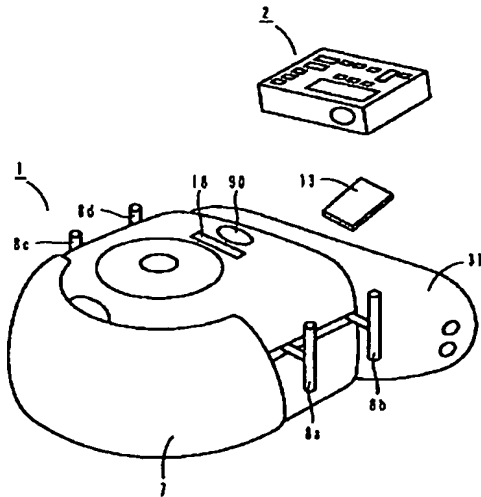
【図47】図46に示される状態において、追加部分がジグザグ走行命令として入力された後の状態を示す図である。

【図48】図47の状態から命令の最適化が行なわれた後の状態を示す図である。

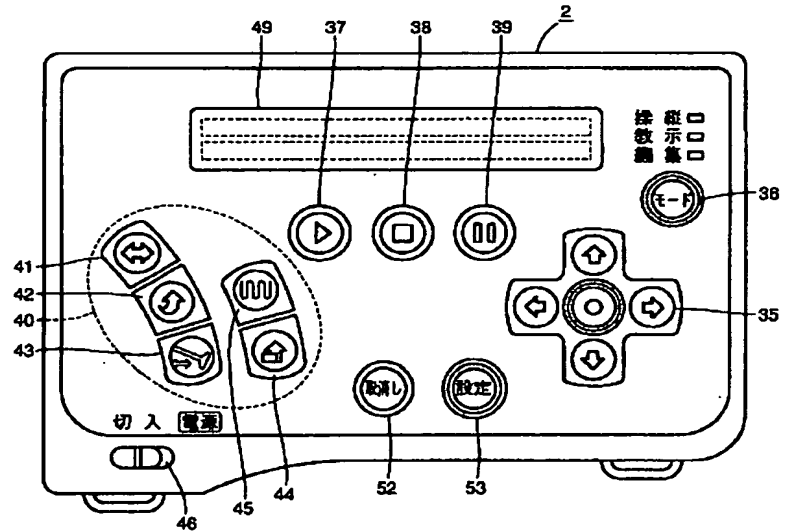
【符号の説明】

- 1 清掃ロボット本体
- 2 コントローラ
- 13 メモリカード
- 28 メモリ
- 30 走行部

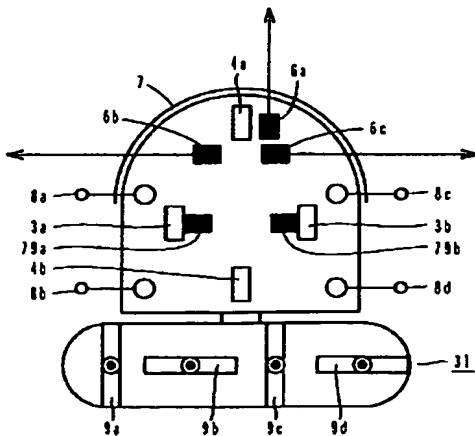
【図1】



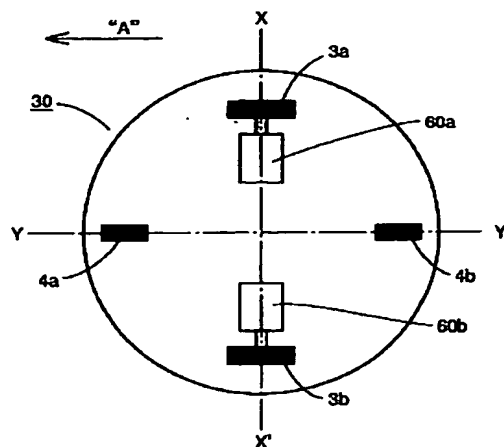
【図2】



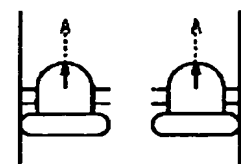
【図3】



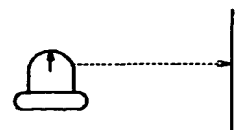
【図4】



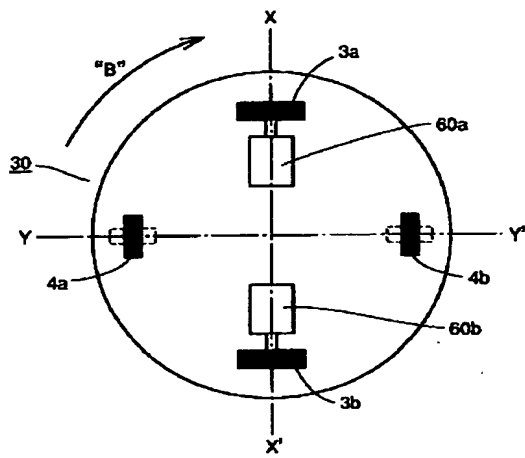
【図13】 【図14】



【図16】

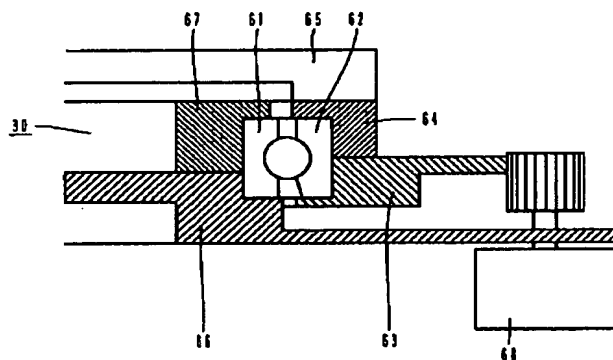


【図5】

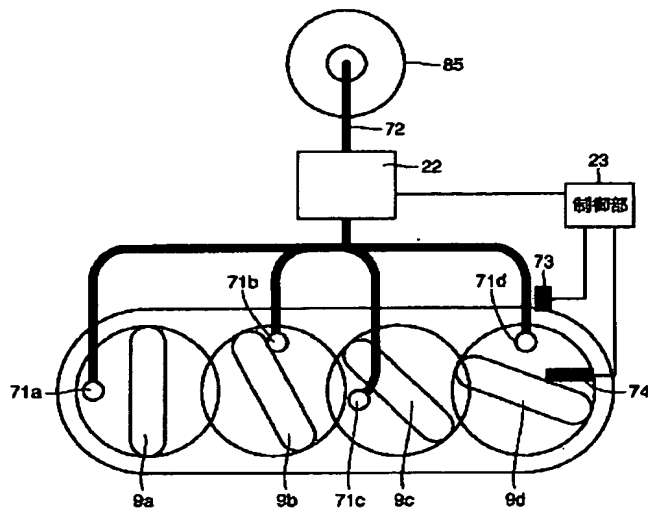


【図6】

回転中心



【図7】

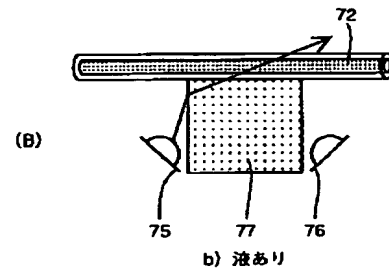
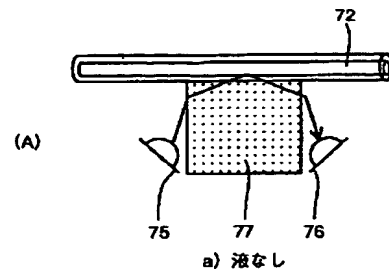


【図17】

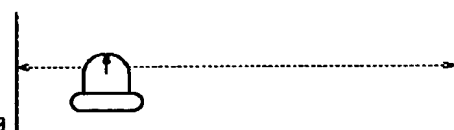


【図8】

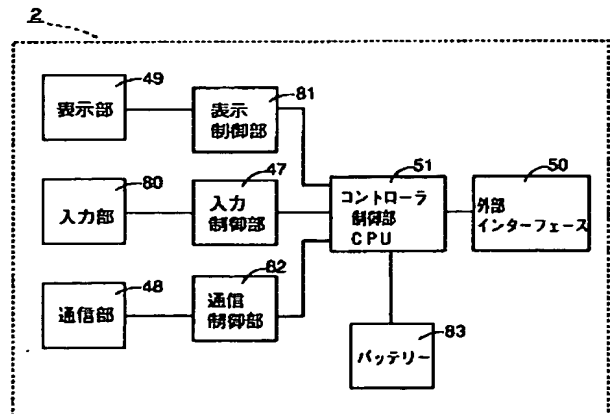
液センサモジュールの模式図



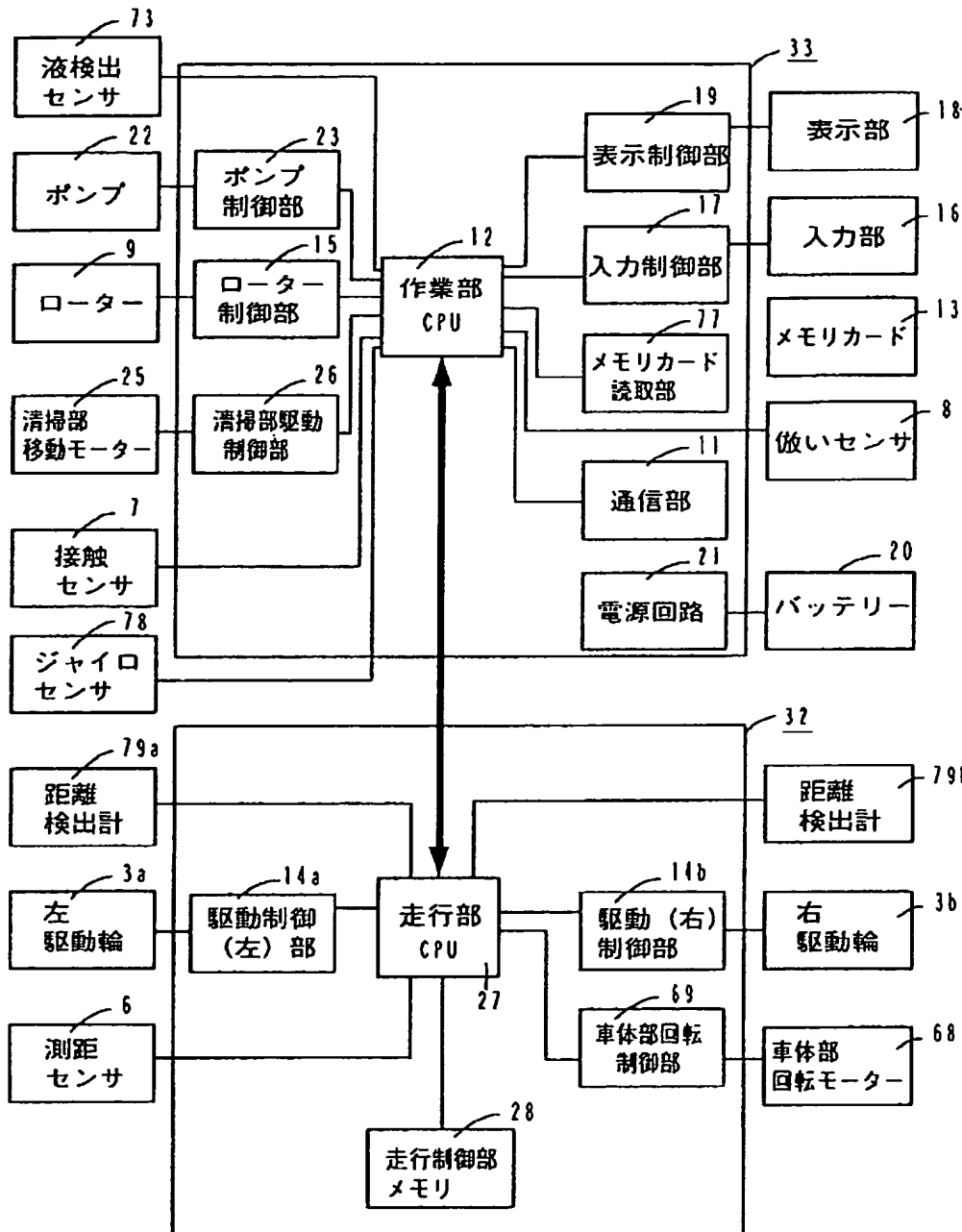
【図15】



【図10】



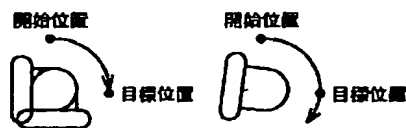
【図9】



【図19】

キョウジ /  
テイシ ジカン セッテイ 10ビョウ

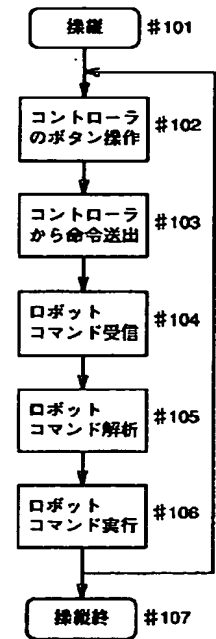
【図23】



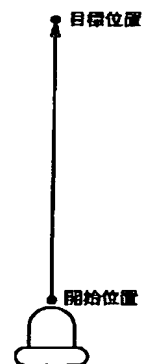
【図24】



【図11】



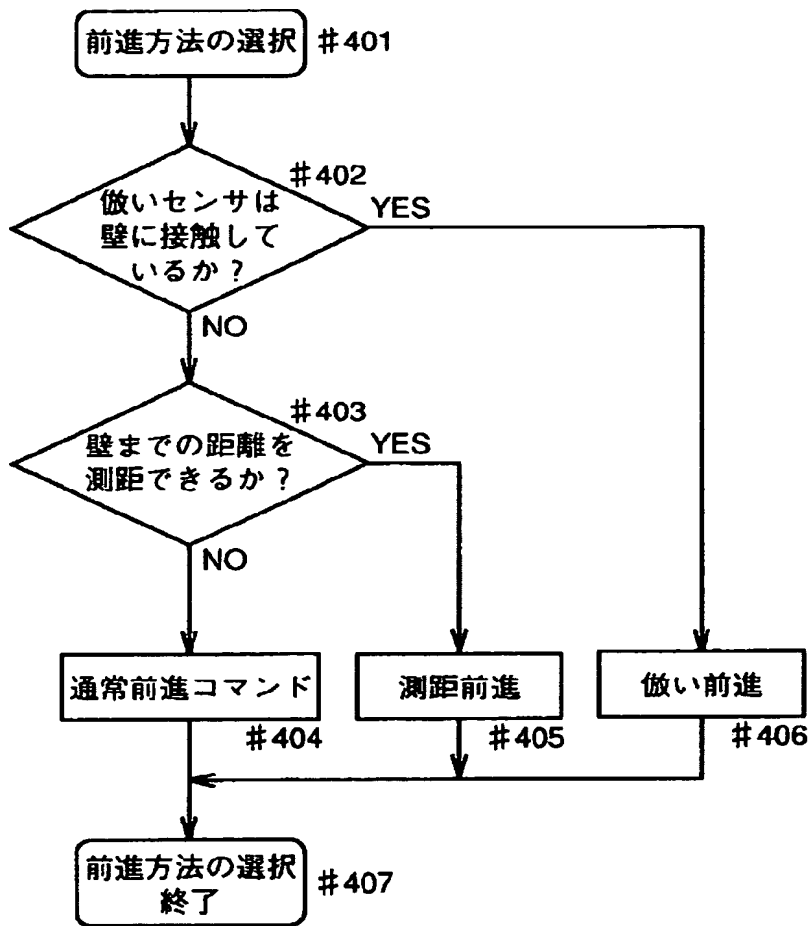
【図20】



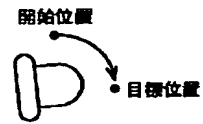
【図22】



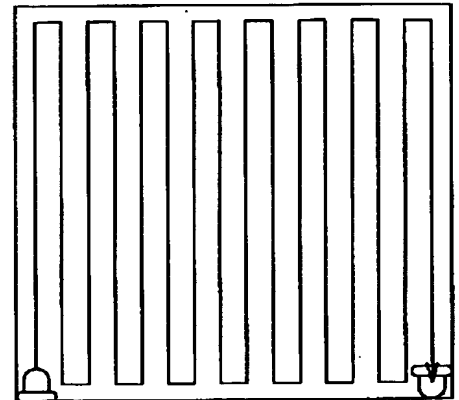
【図 12】



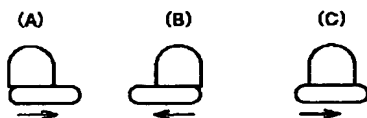
【図 25】



【図 36】



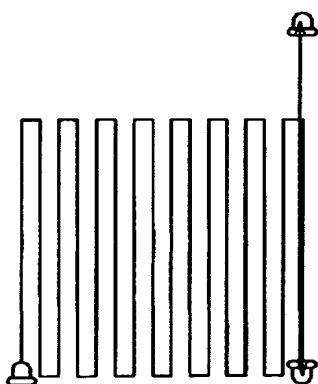
【図 26】



【図 29】



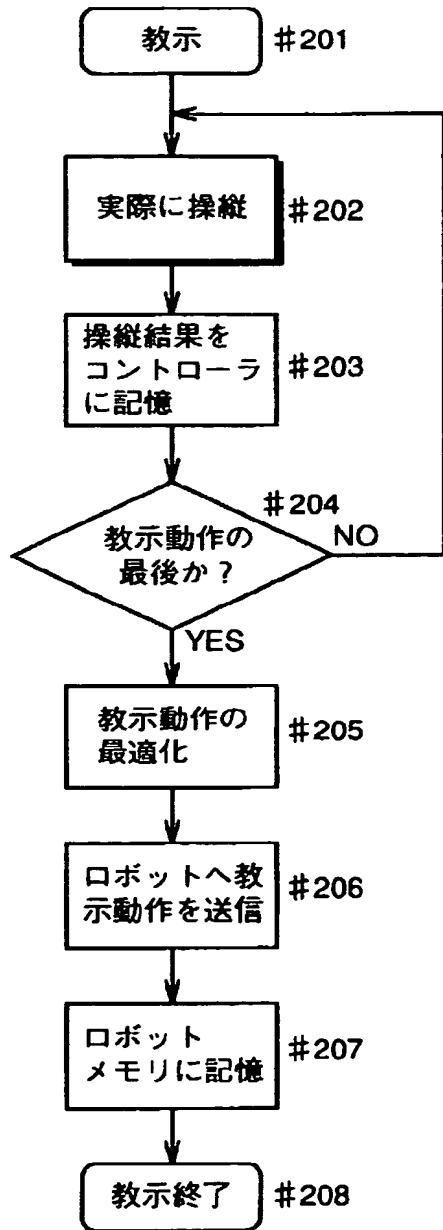
【図 42】



#201	前進	120
#202	後退	15
#203	後退	7
#204	前進	2
#205	回転	90
#206	前進	100

#x	前進	100
#x+1	回転	90
#x+2	前進	100

【図18】



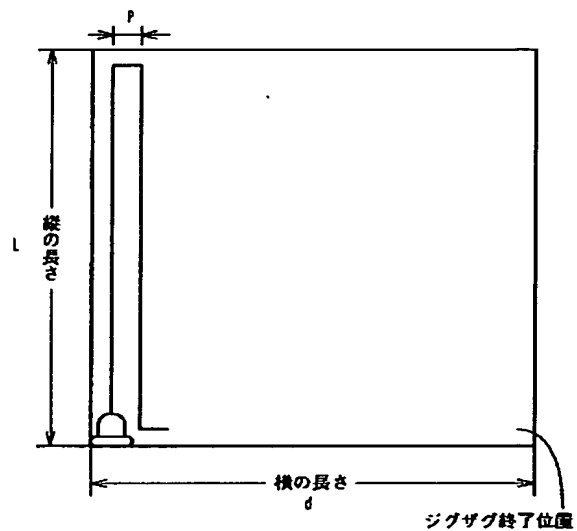
【図32】

No. 001	センシン 100cm
▶ ジッコウ	サクジョ

【図30】

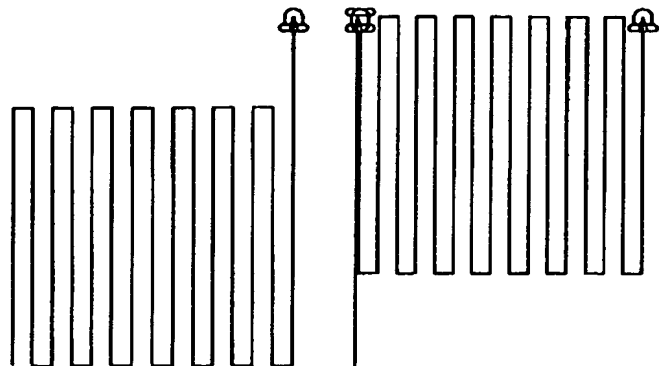
(A)	...	(B)	...
#201	前進 120	#x	前進 120
#202	停止 0	#x+1	後退 22
#203	後退 15	#x+2	前進 2
#204	後退 7	#x+3	回転 90
#205	停止 0	#x+4	前進 100
#206	前進 2		
#207	回転 90		
#208	前進 100		
	...		

【図35】

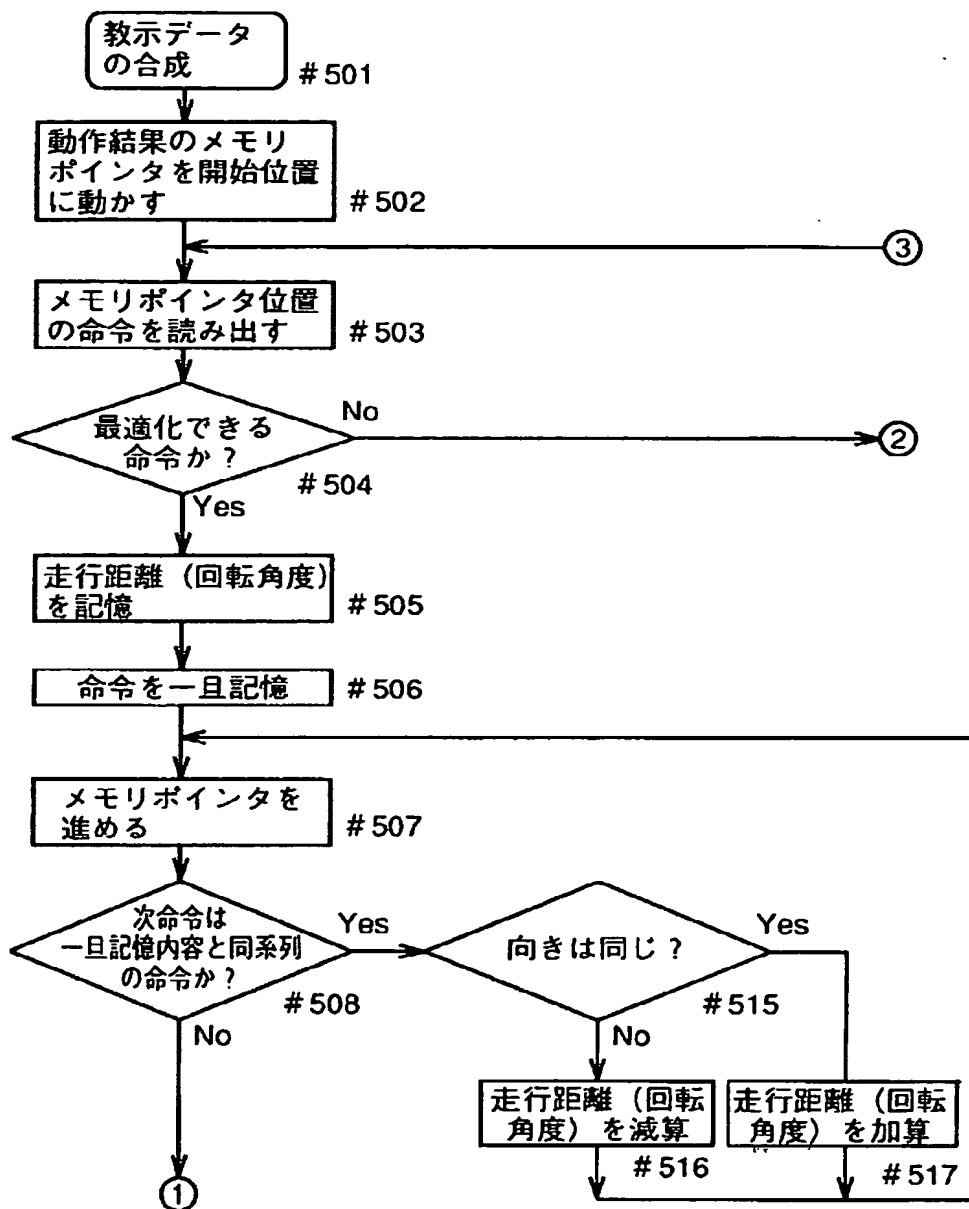


【図43】

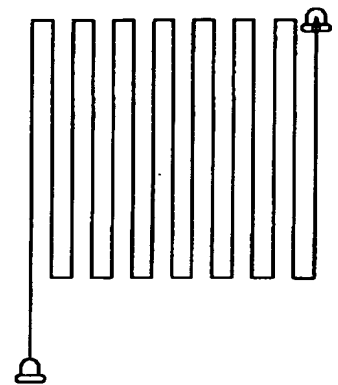
【図44】



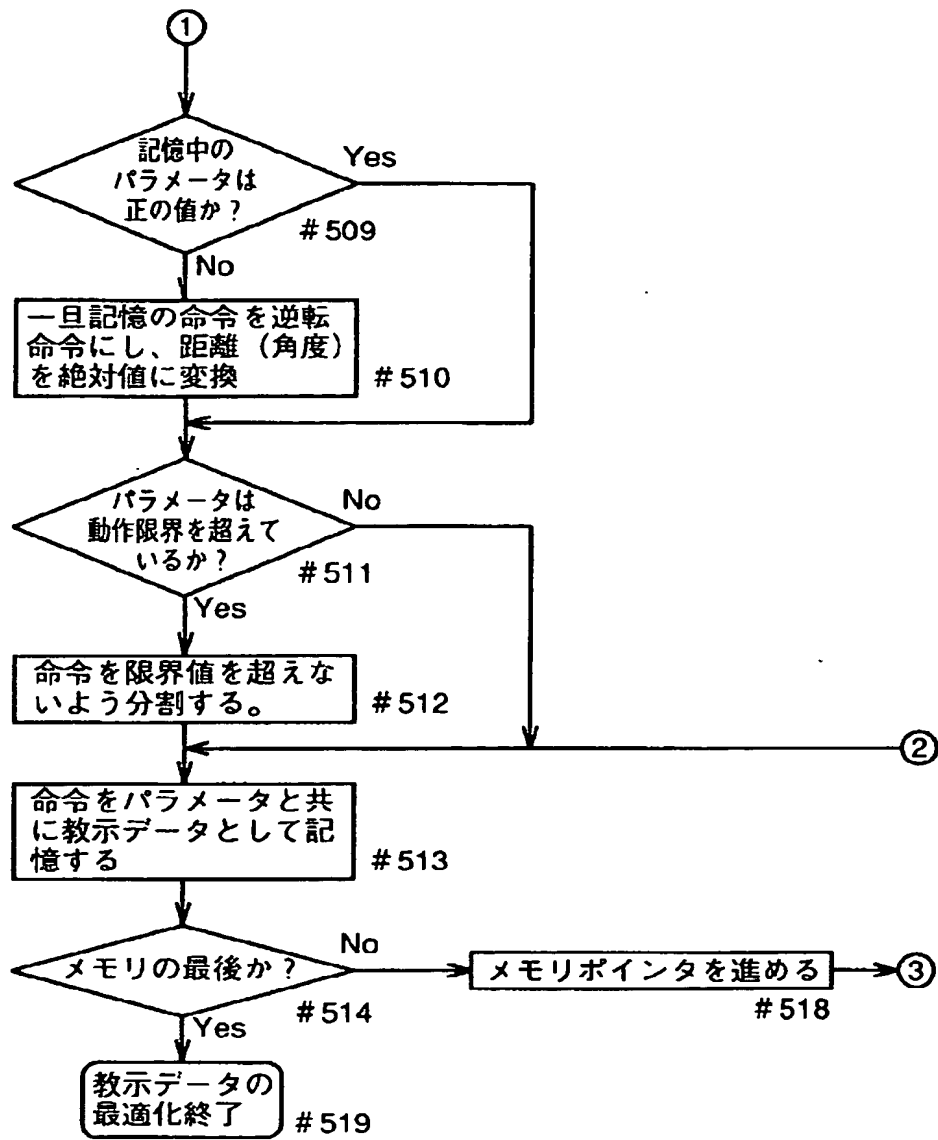
【図27】



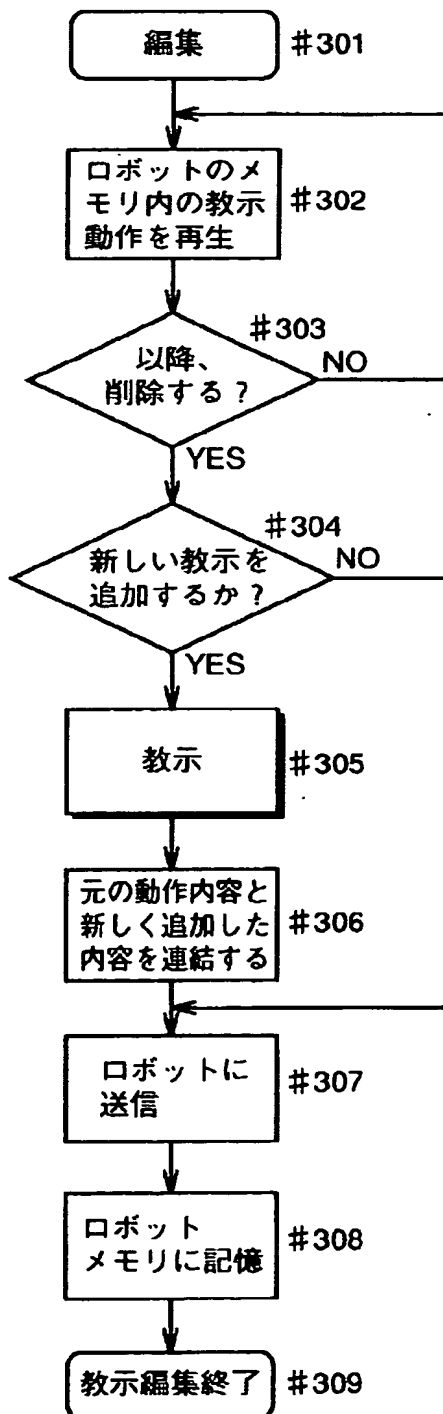
【図45】



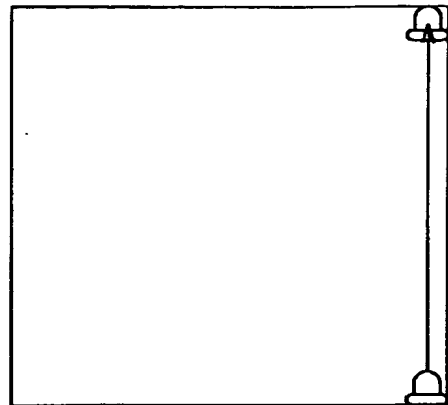
【図28】



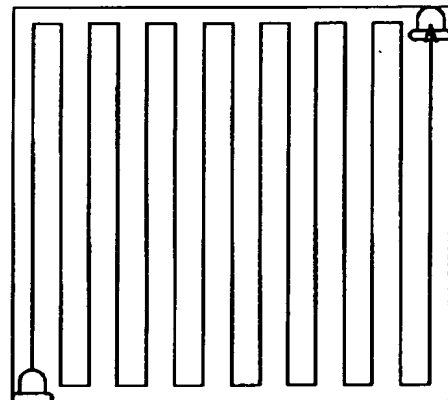
【図 31】



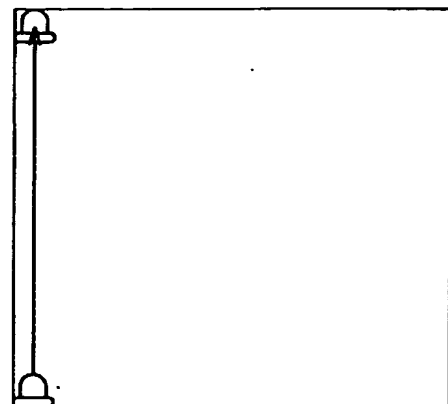
【図 37】



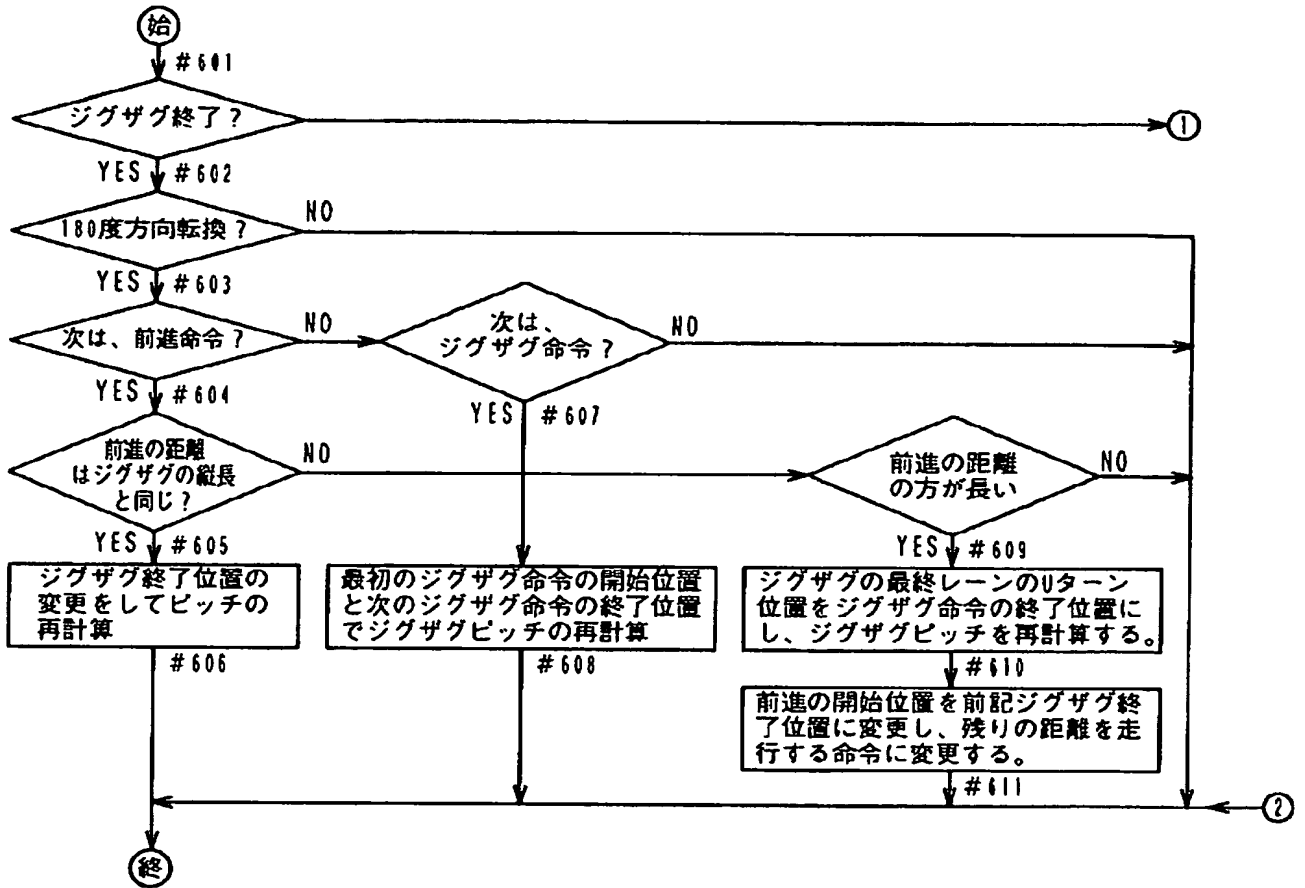
【図 38】



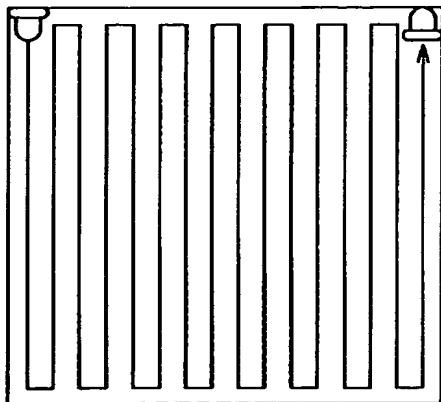
【図 39】



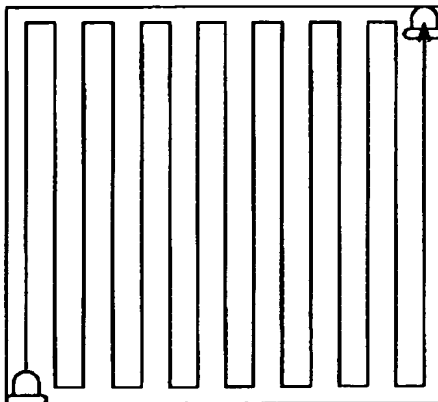
【図33】



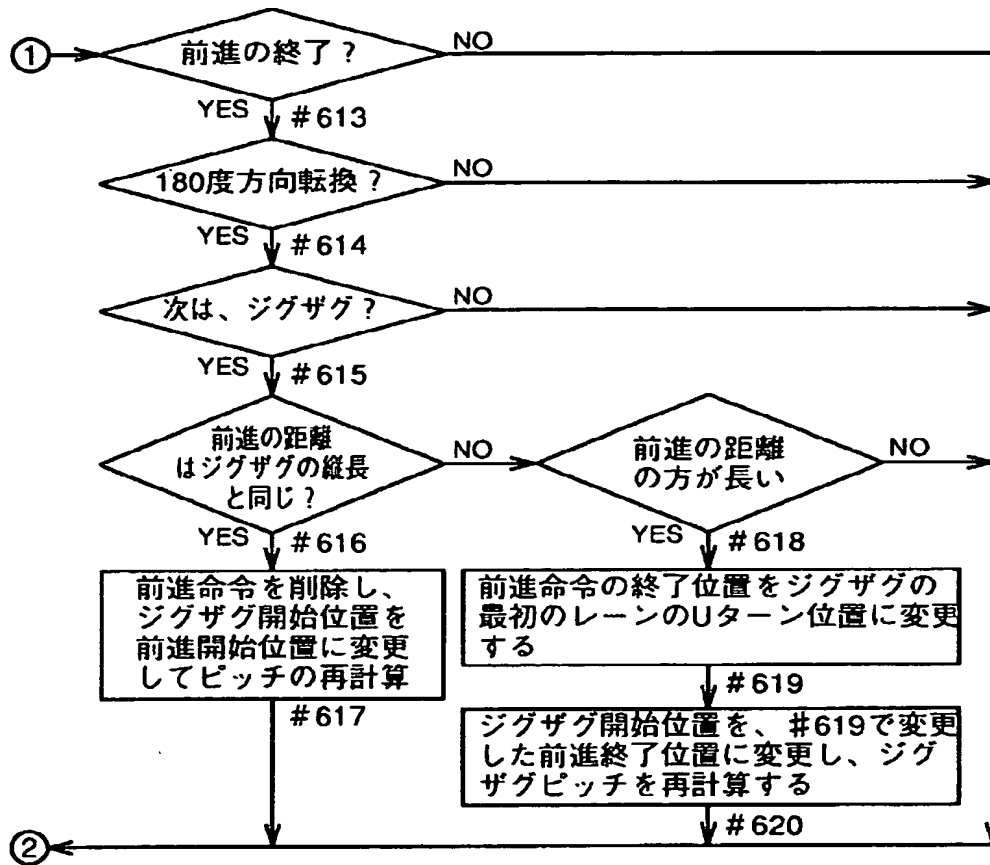
【図40】



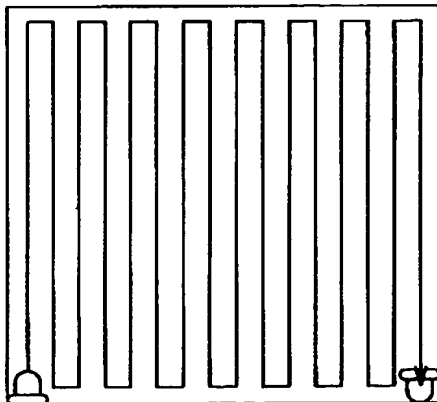
【図41】



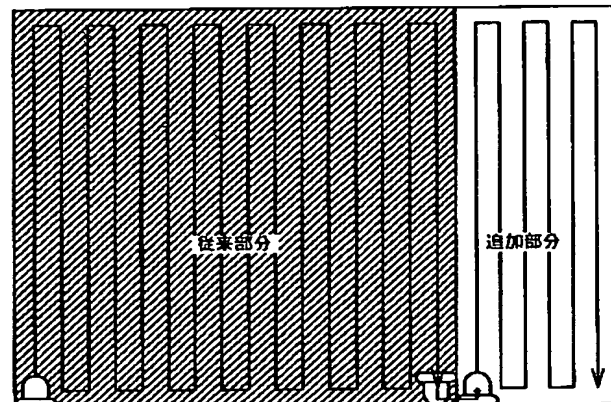
【図34】



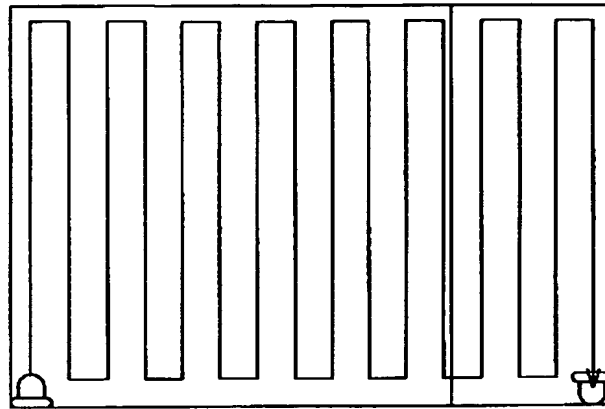
【図46】



【図47】



【図48】



---

フロントページの続き

(72)発明者 金藤 靖尚  
大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国  
際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 川越 宣和  
大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国  
際ビル ミノルタ株式会社内